

INFORME FINAL 2022

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

TITULO DEL PROYECTO

LA ECONOMÍA MARINA DE PESCA INDUSTRIAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PERÚ

RESPONSABLE: Dra. Adalberta Edelina Coayla Coayla - FCE

MIEMBRO: Dra. Ysabel Teófila Bedón Soria - FA

MIEMBRO: Dr. Tomás Francisco Rosales León - FCFC

COLABORADOR ESTUDIANTE: Deysi Roxana Suclupe García FCE

COLABORADOR NACIONAL: Dr. Luis Alberto Jiménez Díaz,
Facultad de Economía y Planificación
Universidad Nacional Agraria La Molina

Fecha de Inicio: Enero 2022

Fecha de Término: Diciembre 2022

Línea de investigación UNFV: 15. Modelos económicos para el emprendimiento sostenible y adaptación al cambio climático

(Unesco: Código 5312 Economía Sectorial, 531201 Agricultura, Silvicultura, Pesca)

La economía marina de pesca industrial frente al cambio climático en el Perú
The marine economy of industrial fishing in the face of climate change in Peru

Resumen

La pesca industrial se centra en la anchoveta peruana de considerable productividad por las condiciones marinas de la corriente de Humboldt, sin embargo, la pesca marina está ligada al cambio climático. El objetivo de este estudio es analizar la relación entre la pesca marina industrial y el cambio climático en el Perú. Se usó los métodos de correlación y regresión lineal. Una variables clave del cambio climático es la temperatura superficial del agua de mar (TSM), en Perú durante 1997-2020 se encontró que a mayor TSM disminuye la captura de pesca industrial ($\alpha=5\%$). También hay indicios de correlación inversa entre el nivel del mar y la captura de pesca industrial. Se corroboró la correlación positiva entre los desembarques de pesca marina industrial y las exportaciones para el consumo humano indirecto, especialmente con las exportaciones de harina de pescado. Por otro lado, se encontró una relación inversa significativa entre los desembarques de anchoveta y el esfuerzo de pesca según los indicadores duración de viaje y tiempo de búsqueda en horas. Se concluye que la captura de pesca industrial de anchoveta peruana es afectada negativamente por la temperatura del agua de mar, el esfuerzo pesquero (tiempo de búsqueda en horas) y por la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Para la sostenibilidad de la pesca industrial, se recomienda la implementación de medidas de adaptación al cambio climático como la reducción del esfuerzo de pesca.

Palabras clave: Pesca industrial, Anchoveta, cambio climático, SST, esfuerzo de pesca

Abstract

Industrial fishing focuses on the Peruvian anchoveta, which is highly productive due to the marine conditions of the Humboldt Current. However, marine fishing is linked to climate change. The objective of this study is to analyze the relationship between industrial marine fishing and climate change in Peru. Correlation and linear regression methods were used. A key variable of climate change is the sea surface temperature (SST), in Peru during 1997-2020 it was found that the higher the SST, the industrial fishing catch decreased ($\alpha=5\%$). There are also indications of an inverse correlation between sea level and industrial fishing catch. The positive correlation between landings of industrial marine fishing and exports for indirect human consumption was corroborated, especially with exports of fishmeal. On the other hand, a significant inverse relationship was found between anchovy landings and fishing effort according to the trip duration and search time indicators in hours. It is concluded that the industrial fishing catch of Peruvian anchoveta is negatively affected by the sea surface temperature, fishing effort (search time in hours), and catch per unit of effort (CPUE). For the sustainability of industrial fishing, the implementation of adaptation measures to climate change is recommended, such as the reduction of fishing efforts.

Keywords: Industrial fishing, anchoveta, climate change, SST, fishing effort

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

Si bien, el sistema de la corriente de Humboldt es la causa fundamental de la alta productividad de los recursos del mar peruano, la economía marina de pesca industrial también está ligada a factores de cambio climático que limita la sostenibilidad de las exportaciones tradicionales de harina y aceite de pescado.

La estrategia del comportamiento migratorio de la anchoveta respecto a su hábitat de aguas costeras frías (CCW) le ha permitido permanecer en el ecosistema marino del Sistema de la Corriente de Humboldt, en general, la distribución de la anchoveta fue preferentemente en las aguas costeras frías (Cold Coastal Waters CCW) que varió en las estaciones del año, en la primavera de 2019 con temperaturas menores a 22.1°C, en el verano de 2020 a temperaturas menores a 23.1°C y en el invierno de 2020 a temperaturas inferiores a 17.2°C; además, la anchoveta siempre se encontró en salinidades inferiores a 35.2 (Castillo *et al.*, 2021).

Durante las últimas décadas a partir de 1980 el ecosistema costero del sistema de afloramiento límite del oriente peruano-chileno ha estado perturbado por ocurrencias puntuales de temperaturas oceánicas extremas u olas de calor marinos (MHW). Eventos El Niño relacionados a olas de calor marinos (MHW) más largos e intensos en el océano mundial, tiende a eclipsar a las MHW de menor duración que son significativamente más comunes en la región. Analizando datos de temperatura de la superficie del mar de 1982 a 2019, Pietri *et al.* (2021) encontraron que las MHW de larga duración (> 100 días) afectan preferentemente a la zona costera norte de 15° S y han disminuido tanto en ocurrencia como en intensidad en las últimas cuatro décadas. Por otro lado, los eventos más cortos, que representan más del 90% de todos las MHW observados, son

más comunes al sur de 15° S y muestran un aumento en su impacto térmico así como en el número de días afectados, particularmente aquellos que abarcan de 30 a 100 días.

Se conoce que las poblaciones de anchoveta son influenciados por los eventos climáticos periódicos de El Niño (EUMOFA, 2021, p.3). De la pesca marina desembarcada en el Perú el año 2020, predominó la captura de la anchoveta peruana con 97,5% del desembarque total, proveniente principalmente de la región Norte con 2,9 millones de toneladas.

Tabla 1. Desembarque de recursos hidrobiológicos Perú 2019-2020 (miles TM)

Uso	2019	2020	Var. % 2020/2019
Total	4 860,4	5 740,2	18,1
Consumo Humano Directo	1 478,3	1 419,4	-4,0
Consumo Humano Indirecto	3 382,1	4 320,8	27,8
Anchoveta	3 381,4	4 320,8	27,8
Otras especies	0,6	0,0	-99,8

Fuente: Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2020

El desembarque de anchoveta para la industria de consumo humano indirecto-CHI (harina-aceite) del 2020 aumentó en 27.8% respecto al año 2019 (Tabla 1), debido al incremento de 93,6% en el desembarque de la segunda temporada de pesca zona norte-centro 2020 (noviembre-diciembre) por condiciones oceanográficas favorables, en contraste al 2019 que fue afectada por la onda Kelvin cálida (Produce, 2021b).

El esfuerzo pesquero de la flota industrial de cerco para la extracción de anchoveta en la región Norte-Centro del mar peruano durante la 2da. temporada de pesca del 2020 fue mayor respecto a la temporada anterior, en consecuencia, la CPUE fue menor (Produce, 2021a).

El año 2020, El 54.5% del valor total exportado por el sector pesca peruano provino de los ingresos de divisas generados por envíos de harina y aceite de pescado (CHI) de US\$ 1562 millones principalmente al mercado asiático como insumo de su industria acuícola. Para Perú en

el año 2020, las divisas por harina de pescado en dólares por TM (miles US\$ 1,195,600 /miles de TM 873,5) fue de US\$ 1369 por tonelada (PromPerú, 2021).

Problema General:

¿Cómo es afectada la economía marina de pesca industrial por el cambio climático en el Perú?

Problemas específicos:

¿Cuál es la relación entre los desembarques de pesca industrial de anchoveta y la temperatura superficial del agua de mar?

¿Cuál es el aporte de la pesca industrial de anchoveta en las exportaciones de harina de pescado?

1.2 Antecedentes

En Perú, y América Latina en general, mientras que el océano hace una contribución sustancial a al PBI, todavía no se ha reconocido todo el potencial de la economía azul. La costa peruana se extiende a lo largo de 3000 km desde Ecuador en el norte hasta Chile en el sur, abarcando ecosistemas diversos que incluyen: humedales costeros, bahías y cientos de islas y cabos (McKinley *et al.*, 2019, p. 2257).

La pesca peruana se basa principalmente en la captura de anchoveta (*Engraulis ringens*), además, la anchoveta es primordial en la cadena alimentaria y juega un papel clave en el ecosistema marino peruano (Castillo *et al.*, 2020).

La pesquería de anchoveta tiene un complejo sistema regulatorio, con dos regímenes diferenciados, uno para la región norte-centro, y otro para el sur (Paredes, 2012, p. 12).

Se prevé que los impactos negativos netos de las altas temperaturas extremas en las poblaciones de peces causen pérdidas en los ingresos de pesca y los medios de subsistencia en la mayoría de los países marítimos, lo que genera perturbaciones en los sistemas socioecológicos pesqueros, en particular en áreas vulnerables al clima (Cheung *et al.*, 2021).

Dos especies de peces pelágicos pequeños habitan la costa sur de Chile y Perú, la anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina (CS; *S. bentincki*) que son especies importantes en cuanto a sus interacciones ecológicas y su valor económico (Canales *et al.*, 2020).

1.3 Justificación e importancia:

El tema se justifica debido a que la anchoveta peruana se caracteriza por ser una de las más productivas del mundo debido a las condiciones marinas de la corriente de Humboldt, es importante la pesca industrial para las exportaciones de harina y aceite de pescado, que ha convertido al Perú en el primer productor mundial de harina de pescado.

Además la economía azul impulsa el crecimiento económico peruano y el objetivo de desarrollo sostenible ODS 14 de conservación y uso sostenible de los océanos, los mares y los recursos marinos.

1.4 Marco teórico

Anualmente 15 millones de toneladas de los desembarques de pesca mundial son destinados a la producción de harina y aceite de pescado, la mayor parte de la harina de pescado del mundo está hecha de pescado entero, cuando una captura se destina exclusivamente a la industria de la harina de pescado, se denomina “pesca industrial”, cabe precisar que 100 kg de materia prima producen alrededor de 21 kg de harina de pescado y entre 3 y 6 kg de aceite de pescado

(EUMOFA, 2021, p.3). Los países con mayor pesca industrial son Perú, Islandia, Dinamarca, Chile, Noruega y Sudáfrica.

Los peces pelágicos pequeños (SPF) desempeñan funciones ecológicas extremadamente importantes en los ecosistemas marinos, constituyen algunos de los recursos pesqueros económicamente más valiosos y desempeñan un papel fundamental en la seguridad alimentaria mundial. Debido a sus cortos tiempos de generación y su estrecho acoplamiento con los niveles tróficos inferiores, las poblaciones de SPF muestran gran dinámica de auge y caída que están íntimamente ligadas a la variabilidad climática (Peck *et al.*, 2021).

Salvatteci *et al.* (2022) reconstruyeron las condiciones oceanográficas del período cálido global del último interglacial de hace 130 a 116 mil años, utilizando sedimentos del sistema de la Corriente de Humboldt del norte frente a la costa de Perú, un punto crítico de productividad de peces pelágicos pequeños. En contraste con el estado actual dominado por la anchoveta, el último interglacial se caracterizó por peces considerablemente más pequeños (mesopelágicos y gobios) y una abundancia muy baja de anchoveta, lo que indica que el calentamiento global representa una amenaza para el suministro mundial de peces.

Con respecto a las principales vías tróficas que conducen a los altos desembarques de anchoveta, Masing *et al.* (2022) encontraron que cinco especies explican la alta eficiencia de transferencia trófica (TTE: trophic transfer efficiency) del norte de HCS, las especies de zooplancton especialmente copépodos y eufáusidos, son fuentes alimenticias esenciales para la anchoveta y sardina.

El cambio climático y la pesca han aumentado desde aproximadamente 1850, siendo procesos por los que los seres humanos afectan a los pequeños peces pelágicos (Checkley *et al.*, 2017), la

pesca industrial y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) crecieron al mismo tiempo que se desarrollaba la tecnología.

En 2020, de la producción de pesca de captura mundial de 90,3 millones de toneladas, 78,8 millones de toneladas procedieron de aguas marinas, 4 % menor respecto a los tres años anteriores; los peces de aleta representan el 85 % de la producción total de la pesca de captura marina, y la anchoveta es una vez más, la principal especie capturada (FAO, 2022). La Anchoveta peruana, de importancia mundial es también una de las más expuestas a la variabilidad y al cambio climático.

De la Puente *et al.* (2020) reconstruyeron el esfuerzo de pesca a pequeña escala a lo largo del tiempo de 1950 a 2018 y hallaron que el esfuerzo de pesca ha aumentado considerablemente, y a un ritmo mucho más rápido que las capturas, particularmente desde el 2006. El efecto combinado de estas tendencias da como resultado disminuciones significativas en los indicadores de proporción de la flota (es decir, captura por unidad de esfuerzo, ingresos por unidad de esfuerzo y los ingresos de los pescadores en relación con el salario mínimo de Perú), lo que sugiere que el creciente esfuerzo pesquero es insostenible y antieconómico.

Para obtener el valor de la pesquería de anchoveta en el norte de Chile y sur de Perú, Chávez, *et al.* (2021), calcularon el valor final (de exportación) por tonelada desembarcada basado en el precio de exportación de la harina de pescado junto con la cantidad de harina de pescado exportada que se produce procesando anchoveta desembarcada. El valor agregado estimado por tonelada de anchoveta desembarcada en norte de Chile es de US\$ 317/tonelada, mientras que en el sur de Perú ronda los US\$ 258/tonelada.

1.5. Objetivos

Objetivo general:

Analizar la relación entre la economía marina de pesca industrial y el cambio climático en el Perú

Objetivos específicos:

Estimar la relación entre los desembarques de pesca industrial de anchoveta y la temperatura superficial del agua de mar

Estimar el aporte de la pesca industrial de anchoveta en las exportaciones de harina de pescado

2. Método

Investigación aplicada, no experimental, cuantitativa, de nivel correlacional y explicativo.

Ámbito temporal y espacial:

El estudio abarca la pesca marina industrial en un contexto de cambio climático en el Perú (1997-2020)

Universo: Desembarque de pesca industrial para las exportaciones de harina y aceite de pescado.

Muestra: Desembarque de pesca industrial de anchoveta para las exportaciones de harina de pescado, período anual del 1997 al 2020 (n= 24)

Unidad de análisis: Desembarque de pesca industrial de anchoveta por TM.

Materiales:

Fuentes de información y/o documentación: Revistas especializadas en temas de pesca industrial para harina de pescado.

Centros de información y documentación: Estadísticas del Ministerio de la Producción-PRODUCE, IMARPE, BCRP, INEI.

La data requerida de la variable esfuerzo pesquero y captura por unidad de esfuerzo-CPUE de la flota industrial de cerco, temporada de pesca de la zona norte-centro de anchoveta 1998-I a 2019-II fue proporcionada por el Instituto del Mar del Perú-IMARPE en julio del 2022, según la información disponible: número de viajes y duración del viaje, Tiempo de búsqueda en horas, número de lances por viaje, captura por viaje (CPUE). IMARPE nos indicó que para los años 2020-I al 2021-II no se realizaron observaciones por pandemia Covid-19. La información del esfuerzo pesquero del año 2020 (duración del viaje en horas, número de lances por viaje) se obtuvo del boletín de IMARPE “Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) (Temporada 2020-II).

Equipo: Laptop Toshiba, **Software:** SPSS v. 26.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Información secundaria de Anuarios pesqueros de PRODUCE, boletines de IMARPE, BCRP. También se usó como instrumento el formato en línea de solicitud de acceso a la información pública de IMARPE. Se utiliza información de factores económicos y climáticos: Desembarques de pesca para CHI, exportaciones de pesca industrial, medidas del esfuerzo pesquero, temperatura superficial del agua de mar.

Procedimiento:

Primero, se indagó sobre las características de la pesca marina industrial.

Segundo, se recolectó datos de los desembarques pesqueros para consumo humano indirecto o industrial y de exportaciones de harina de pescado para el periodo de estudio.

Tercero, se recopiló datos del cambio climático como la temperatura del agua de mar relacionados a la pesca industrial y se analizó la significancia estadística.

Se usó estadística descriptiva y los métodos econométricos (correlación y regresión bivariada).

3. Resultados

El sistema de la corriente de Humboldt contribuye con más del 15 % de la captura anual mundial de peces, tiene alta productividad, pero también es afectada por la variabilidad y el cambio climático. Perú produce alrededor de 4 millones de toneladas métricas por año (BID, 2022), sin embargo el aumento de la temperatura del mar disminuye el plancton y se pronostica que al 2050 se reducirían las capturas, amenazando la seguridad alimentaria.

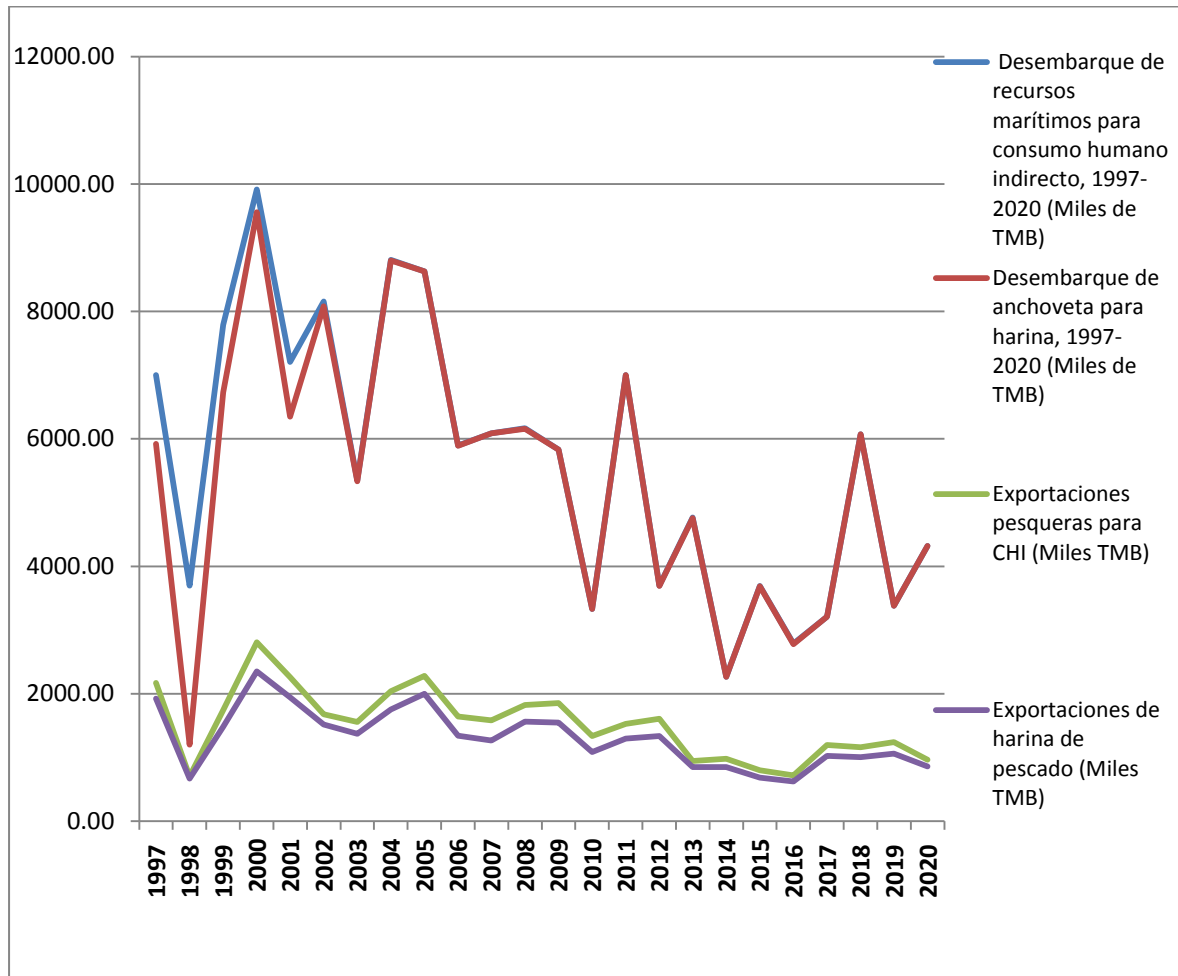
En el período de estudio 1997-2020, la captura promedio anual de pesca industrial fue 5.6 millones de toneladas métricas y específicamente la captura promedio anual de anchoveta peruana para harina de pescado fue de 5.4 millones de toneladas (Tabla 2).

Tabla 2. Perú: Datos de pesca industrial y temperatura superficial del mar 1997-2020

Año	Desembarque de recursos marítimos para consumo humano indirecto (Miles de TMB)	Desembarque de anchoveta para harina (Miles de TMB)	Exportaciones de harina de pescado (Miles TMB)	TSM Laboratorio Chicama (Grados Celsius)	TSM costa estación: Chimbote (Ancash) (°C)
1997	6998.78	5923.00	1924.50	20.6	22.8
1998	3696.30	1202.00	669.60	19.8	22.5
1999	7787.94	6732.00	1481.32	16.1	19.4
2000	9912.45	9555.61	2352.09	16.3	19.7
2001	7208.03	6348.00	1943.14	16.3	19.7
2002	8156.82	8082.79	1515.43	17.3	20.8
2003	5347.01	5335.51	1372.75	16.5	20.4
2004	8810.61	8797.00	1753.40	16.5	19.9
2005	8628.70	8628.00	2001.50	16.6	19.5
2006	5895.50	5891.84	1342.49	16.9	20.1
2007	6086.00	6084.71	1263.80	16.0	19.2
2008	6166.50	6159.00	1564.80	17.4	19.9
2009	5830.84	5829.00	1547.30	17.2	19.8
2010	3330.40	3330.00	1085.70	17.0	19.7
2011	7002.30	7000.09	1295.00	16.7	19.3
2012	3696.30	3694.00	1334.73	16.9	20.3
2013	4765.70	4754.12	849.00	15.5	18.9
2014	2265.90	2263.94	846.95	17.2	21.0
2015	3690.30	3686.90	681.40	19.0	21.7
2016	2786.60	2777.50	623.50	18.2	21.6
2017	3209.30	3208.50	1023.64	18.5	21.0
2018	6073.30	6072.90	1003.01	17.2	19.8
2019	3382.10	3381.40	1058.30	17.9	20.4
2020	4320.80	4320.80	858.93	16.9	20.0

Fuente: Produce (2021b). Anuario pesquero y acuícola 2020
INEI: Anuario de estadísticas ambientales 2007, 2017 y 2021.

Figura 1. Evolución de la pesca marina industrial, Perú 1997-2020



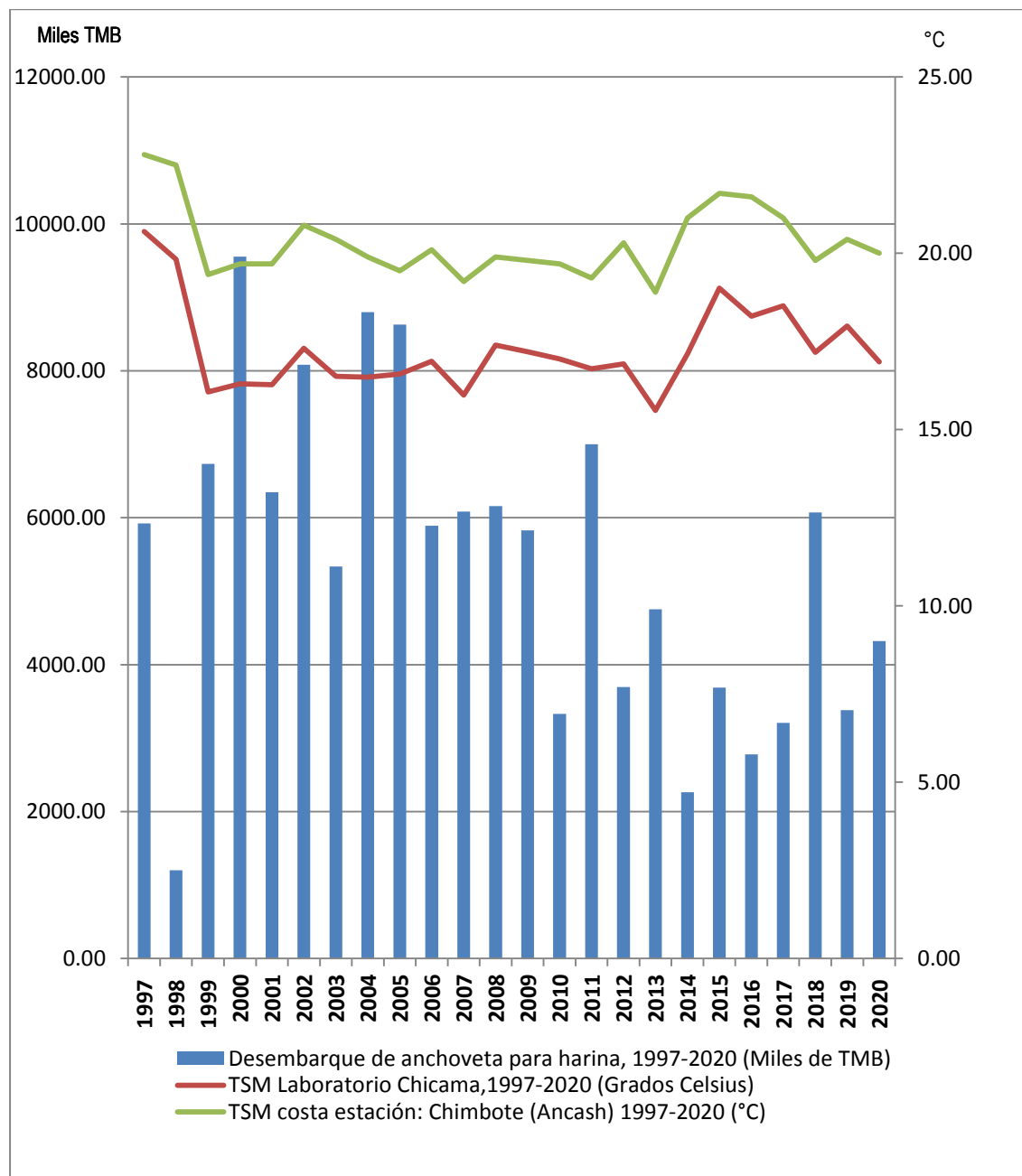
Elaboración propia.

Antes del año 2003 la captura de recursos marinos para el consumo humano indirecto superaba los desembarques de anchoveta para harina, luego en los años posteriores al 2003, la pesca para CHI es prácticamente equivalente a la captura de anchoveta para harina (Figura 1). La mayor parte de la captura industrial se destina a las exportaciones para CHI (harina y aceite de pescado).

En una corta encuesta referencial al staff de una empresa pesquera (Exalmar S.A.A.) productora de harina y aceite de pescado, en junio del 2022, manifiestan que cada vez que hay fenómenos climáticos (como “El Niño” de 1982-1983, 1997-1998, 2015-2016, 2017) se ven afectados con menores cuotas de pesca y se termina las temporadas de pesca anticipadamente, lo que influye en la producción, las variaciones de la biomasa impacta en la calidad de los productos, afrontan mayores costos, reducción de exportaciones y de ganancias. También, arguyen que se

perjudicaron el 2014-II que no hubo temporada de pesca de anchoveta en la zona norte- centro y cuando terminó anticipadamente la temporada del 2019-II.

Figura 2. Pesca de anchoveta para harina y temperatura superficial del mar 1997-2020



Elaboración propia.

Una de las variables clave para comprender los efectos del cambio climático es la temperatura del océano (Cunningham, *et al.*, 2020).

Existe relación indirecta entre la captura de anchoveta y la temperatura superficial del agua de mar, cuando aumenta la TSM, disminuye los desembarques de anchoveta para harina de pescado en el período de estudio 1997-2020 (Figura 2). Además, hay una tendencia decreciente del volumen de pesca.

En el período de análisis 1997-2020, hay una correlación positiva entre la pesca marina industrial medido por desembarques en toneladas métricas brutas y el volumen de exportaciones para el consumo humano indirecto, especialmente de harina de anchoveta. Se encontró una relación negativa fuerte entre el volumen de pesca industrial y la temperatura superficial del agua de mar al 5% de nivel de significancia (tabla 3), que podría considerarse como un hecho estilizado. Otra variable climática es el nivel del mar en metros, si bien no se encontró una correlación fuerte entre los desembarques de pesca industrial y el nivel del mar, claramente hay una relación negativa, pues a mayor nivel de mar, menor volumen de capturas (tabla 3), que está evidenciada por las altas correlaciones directas entre la TSM y el nivel del mar ($\alpha= 1\%$), es decir, al aumentar la temperatura del agua de mar, aumentaría el nivel del mar.

Tabla 3. Correlaciones: Pesca marina industrial, esfuerzo y factores climáticos (TSM, Nivel de mar) Perú 1997-2020

		Exportaciones pesqueras para CHI (Miles TMB)	Exportaciones de harina de pescado (Miles TMB)	Temperatura superficial del agua de mar (TSM), Laboratorio regional de Chicama, (Grados Celsius)	TSM promedio en la costa por estaciones de medición: Chimbote (Ancash) (°C)	Promedio anual del nivel del mar, estación de monitoreo, zona centro-Chimbote (metros)	Esfuerzo pesquero: DURACION VIAJE (h) Promedio	Esfuerzo pesquero: TIEMPO BUSQUEDA (h)	Esfuerzo pesquero: N° LANCES por viaje	CPUE: CAPTURA / VIAJE
DESEMBARQUE DE ANCHOVETA PARA HARINA, 1997-2020 (Miles TMB)	Corr. Pearson (bilateral) Sig. N	,822*** ,000 24	,827*** ,000 24	-,469** ,021 24	-,500*** ,013 24	-,207 ,331 24	-,469 ,021 24	-,670*** ,000 24	,168 ,434 24	,212 ,331 24
Exportaciones pesqueras para CHI (Miles TMB)	Corr. Pearson (bilateral) Sig. N	1 ,000 24	,996*** ,000 24	-,296 ,160 24	-,325 ,122 24	-,128 ,552 24	-,423** ,040 24	-,490** ,018 24	,014 ,949 24	-,048 ,829 24
Exportaciones de harina de pescado (Miles TMB)	Corr. Pearson (bilateral) Sig. N	1 ,000 24	1 ,000 24	-,262 ,160 24	-,284 ,122 24	-,089 ,552 24	-,432** ,040 24	-,488** ,018 24	-,031 ,949 24	-,088 ,829 24
Temperatura superficial del agua de mar, Laboratorio regional de Chicama, 1997-2020 (Grados Celsius)	Corr. Pearson (bilateral) Sig. N	1 ,000 24	1 ,000 24	-,262 ,160 24	-,284 ,122 24	-,089 ,552 24	-,432** ,040 24	-,488** ,018 24	-,031 ,949 24	-,088 ,829 24
Temperatura superficial del agua de mar en la costa por	Corr. Pearson (bilateral) Sig. N	1 ,000 24	1 ,000 24	-,262 ,160 24	-,284 ,122 24	-,089 ,552 24	-,432** ,040 24	-,488** ,018 24	-,031 ,949 24	-,088 ,829 24

estaciones de medición Chimbote (Ancash) 1997-2020 (°C)	N				24	24	24	24	24
Promedio anual del Nivel del mar, según estación de monitoreo, 1990-2020, zona centro-Chimbote (metros)	Corr. Pearson Sig. (bilateral)				1	-,191	,106	-,426 ^{**}	-,262
	N					,372	,631	,038	,228
	Corr. Pearson Sig. (bilateral)					24	24	24	24
DURACIÓN VIAJE (h) Promedio	N								
	Corr. Pearson Sig. (bilateral)					1	,851 ^{***}	,468 ^{**}	-,417 ^{**}
	N						,000	,021	,048
	Corr. Pearson Sig. (bilateral)						24	24	24
TIEMPO BUSQUEDA (h)	N						1	,255	-,504 ^{**}
	Corr. Pearson Sig. (bilateral)							,240	,014
	N							24	24
N° LANCES por viaje	Corr. Pearson Sig. (bilateral)							1	,140
	N								,523
									24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

La variable esfuerzo pesquero está representada por tres indicadores alternativos como son la duración de viaje en horas promedio, tiempo de búsqueda en horas y número de lances por viaje proporcionada por IMARPE. También se usó la captura por unidad de esfuerzo CPUE. Se encontró una relación inversa significativa entre el desembarque de anchoveta y los indicadores de esfuerzo duración de viaje y tiempo de búsqueda en horas, al 5% de nivel de significancia. Respecto a la relación del factor climático TSM y captura por unidad de esfuerzo, existe una correlación negativa al 10% de nivel de significancia, que significa que a mayor temperatura de la superficie del agua de mar habrá menor captura por viaje (Tabla 3).

En la tabla 3 también se muestra una correlación positiva entre la temperatura superficial del mar y el esfuerzo pesquero invertido en tiempo de búsqueda en horas de la flota industrial de cerco, temporada de pesca stock Norte-Centro de Anchoveta, 1997-2020.

Tabla 4. Aporte de la captura de anchoveta en las exportaciones de harina de pescado 1997-2020

Modelo		Coeficientes ^a				
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	360,117	147,520		2,441	,023
	Desembarque de anchoveta para harina, 1997-2020 (Miles TMB)	,176	,026	,827	6,911	,000

a. Variable dependiente: Exportaciones de harina de pescado (Miles TMB)

Dw= 2.238, R²= 82.7%

En la tabla 4, se demuestra una contribución significativa ($\alpha = 1\%$) del volumen de captura de anchoveta en las exportaciones peruanas de harina de pescado, además el coeficiente de determinación es 82.7%.

En este estudio se encontró que la captura de anchoveta para la industria es afectada negativamente por la temperatura del agua de mar (TSM), el esfuerzo pesquero (tiempo de búsqueda en horas) y por la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) (Tabla 5).

Tabla 5. Regresión de pesca marina industrial en función del esfuerzo pesquero y la TSM, Perú 1997-2020

Modelo		Coeficientes ^a			t	Sig.
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	34702,744	9037,846		3,840	,001
	Temperatura superficial del agua de mar en la costa por estaciones de medición Chimbote (Ancash) 1997-2020 (°C) Promedio	-959,509	395,126	-.449	-2,428	,025
	Esfuerzo pesquero:Tiempo de búsqueda (h)	-864,073	221,942	-.671	-3,893	,001
	CPUE: Captura / Viaje	-52,611	25,796	-.392	-2,039	,056

a. Variable dependiente: DESEMBARQUE DE ANCHOVETA PARA HARINA,1997-2020 (Miles TMB)
Dw= 1.834, R² = 0.772

4. Discusión

El océano se ha calentado incesantemente desde 2005, continuando las tendencias de calentamiento de varias décadas evaluadas por el IPCC, confirmado de forma fehaciente por las mediciones mejoradas de la temperatura del océano durante la última década causadas por las actividades antropogénicas (IPCC, 2019). A su vez, el aumento de la temperatura del agua de

mar repercute en las actividades de pesca marina, en el caso peruano encontramos que a mayor TSM disminuye la captura de pesca industrial.

En Perú, De la Puente *et al.* (2020) hallaron que de 1950 a 2018 el esfuerzo de pesca a pequeña escala había aumentado a un ritmo mucho más rápido que las capturas, y que el sobreesfuerzo pesquero sería insostenible. Comparativamente, en el período de estudio 1997-2020 el esfuerzo pesquero industrial muestra un incremento mayor que las capturas de anchoveta para harina de pescado, se encontró que el mayor esfuerzo medido por la duración de viaje en horas promedio está relacionado a menor captura para la industria de harina de pescado. Asimismo la captura por unidad de esfuerzo fue menor.

De acuerdo a Porreca (2021), la biomasa pesquera es una función de la temperatura de la superficie del mar, de forma similar encontramos que la captura de pesca industrial está influenciada por la TSM. Para salvar los océanos coincidimos con la FAO (2022) de fortalecer, ordenar la pesca e implementar de manera urgente las medidas de adaptación de la pesca marina frente al cambio climático para el logro del objetivo 14 de conservación y captura sostenible de los recursos marinos al 2030.

Esfuerzos continuos para diversificación de especies para la industria de harina de pescado, y desarrollo de un mercado para las especies de aguas cálidas necesitan ser fortalecidas y enmarcadas en un sistema de manejo multiespecies, para evitar el colapso del sistema productivo por cambios del ecosistema (Romagnoni et al., 2022). De los hallazgos de la tabla 3, una medida de adaptación al cambio climático sería la reducción del esfuerzo de pesca para desacoplarla de la correlación con la TSM.

5. Conclusiones

La considerable productividad de los recursos del mar peruano principalmente la anchoveta peruana para la pesca industrial es favorecida por las condiciones de agua fría de la corriente de Humboldt. Pero la pesca marina también está relacionada a la variabilidad y al cambio climático. Un factor de cambio climático es la temperatura superficial del agua de mar, en Perú durante 1997-2020 encontramos que a mayor TSM disminuye la captura de pesca industrial. Existe una tendencia decreciente del volumen de pesca. De 1997 a 2020, la captura promedio anual de pesca industrial para harina y aceite de pescado fue 5.6 millones de toneladas métricas destinado a las exportaciones para CHI, resaltando la captura de anchoveta peruana para harina de pescado de 5.4 millones de toneladas.

Para el período anual 1997-2020, se halló una correlación positiva entre los desembarques de pesca marina industrial y las exportaciones para el consumo humano indirecto, especialmente de harina de anchoveta. Hay indicios de que la variable climática nivel del mar se relaciona inversamente con la captura de pesca industrial, evidenciada por la correlación positiva significativa entre la TSM y el nivel del mar ($\alpha= 1\%$).

Se encontró una relación inversa significativa entre el desembarque de anchoveta y el esfuerzo de pesca según los indicadores duración de viaje y tiempo de búsqueda en horas. También existe una correlación negativa entre la TSM y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) al 10% de nivel de significancia, a mayor temperatura de la superficie del agua de mar habrá menor captura por viaje. De la aplicación del modelo de regresión múltiple resultó que la captura de anchoveta para la industria es influenciada negativamente por la temperatura del agua de mar (TSM), el esfuerzo pesquero (tiempo de búsqueda en horas) y por la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Basado en los hallazgos, se recomienda la implementación de medidas de adaptación al cambio climático como la reducción del esfuerzo de pesca para desligarla de su asociación con la TSM en aras de la sostenibilidad de la captura de anchoveta para harina y aceite de pescado.

Referencias

- BID (2022). Pesca: El desafío de Perú ante el cambio climático. Washington D. C.: BID.
<https://www.iadb.org/es/mejorando/vidas/pesca-el-desafio-de-peru-ante-el-cambio-climatico>
- Canales TM, Lima M., Wiff R., Contreras-Reyes JE, Cifuentes U. and Montero J. (2020) Endogenous, Climate, and Fishing Influences on the Population Dynamics of Small Pelagic Fish in the Southern Humboldt Current Ecosystem. *Front. Mar. Sci.* 7:82. doi: 10.3389/fmars.2020.00082
- Castillo R, Aparco LLC, Grados D, Cornejo R, Guevara R. and Csirke J. (2020) Anchoveta (*Engraulis ringens*) Biomass in the Peruvian Marine Ecosystem Estimated by Various Hydroacoustic Methodologies during Spring of 2019. *J Mar Biol Oceanogr* 9:2.
- Castillo, P., Ñiquen, M., La Cruz, L., Guevara-Carrasco, R., & Cuadros, G. (2021). Migration behavior of anchoveta (*Engraulis ringens*) in the Northern Humboldt Current System between September 2019 and September 2020. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(5), 702-716. doi:http://dx.doi.org/10.3856/vol49-issue5-fulltext-2669.
- Chávez, C., Dresdner, J., González, N., Leiva, M., Quiroga, M. (2021). The performance of shared fish stock fisheries under varying institutional and socioeconomic conditions: Evidence from the South Eastern Pacific Anchoveta Fishery, *Marine Policy*, Volume 125, 104262 <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104262>.

- Checkley, D., Asch, R. and Rykaczewski, R. (2017). Climate, Anchovy, and Sardine. *Annual Review of Marine Science*, 9 (1), 469-493.
- Cheung, W., Frölicher, T., Lam, V., Oyinlola, M., Reygondeau, G., Sumaila, U., Tai, T., Teh, L., Wabnitz, C. (2021). Marine high temperature extremes amplify the impacts of climate change on fish and fisheries. *Science Advances*, 7, eabh0895.
- Cunningham, E., Kleisner, K., Parks, B., Palma, S., Amoros-Kohn, S. and Burden, M. (2020). *Toward climate-resilient fisheries in the Humboldt Current*. Washington: Environmental Defense Fund - Oceans Program.
- De la Puente S, López, R, Benavente S, Sueiro JC and Pauly D. (2020). Growing Into Poverty: Reconstructing Peruvian Small-Scale Fishing Effort Between 1950 and 2018. *Front. Mar. Sci.* 7:681. doi: 10.3389/fmars.2020.00681
- EUMOFA (European Market Observatory for fisheries and aquaculture) (2021). Fishmeal and fish oil. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- FAO (2022). *Versión resumida de El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. Roma: FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0463es>
- IPCC (2019). Technical Summary [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.- O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, pp. 39–69. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.002>
- Masing J.C, Schukat A, Auel H, Auch D, Kittu L, Pinedo Arteaga EL, Correa Acosta J and Hagen W (2022). Toward a Solution of the “Peruvian Puzzle”: Pelagic Food-Web Structure

and Trophic Interactions in the Northern Humboldt Current Upwelling System Off Peru.
Front. Mar. Sci. 8:759603. doi: 10.3389/fmars.2021.759603

McKinley, E., Aller-Rojas, O., Hattam, C., Germond-Duret, C., Vicuña I., Hopkins C., Aponte H. & Potts T. (2019). Charting the course for a blue economy in Peru: a research agenda.
Environ Dev Sustain 21, 2253–2275. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0133-z>

Paredes, C. (2012). Eficiencia y equidad en la pesca peruana: La reforma y los derechos de pesca. Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social.

Peck MA, Alheit J, Bertrand A, Catalan IA, Garrido S, Moyano M, Rykaczewski R, Takasuka A, Van Der Lingen CD. (2021). Small pelagic fish in the new millennium: A bottom-up view of global research effort. *Progress in Oceanography*. 191:102494. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2020.102494>

Pietri, A., Colas, F., Mogollon, R., Tam, J. & Gutierrez, D. (2021). Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-day localized warming to year-long El Niños. *Sci Rep*, 11, 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4>.

Porreca, Z. (2021). Assessing ocean temperature's role in fishery production. *J Bioecon* 23, 237–256. <https://doi.org/10.1007/s10818-021-09311-1>

Produce (2021a). *Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana (engraulis ringens) a abril de 2021 y perspectivas de explotación para la primera temporada de pesca del año*. Lima: Produce.

Produce (2021b). *Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2020*. Lima: Produce.

PromPerú (2021). *Desarrollo comercio exterior pesquero acuícola 2020*. Lima: PromPerú.

Romagnoni, G., Kluger, L.C., Tam, J., Wolff, M. (2022). Adaptations to Climate Variability in Fisheries and Aquaculture Social-Ecological Systems in the Northern Humboldt Current

Ecosystem: Challenges and Solutions. In: Misiune, I., Depellegrin, D., Egarter Vigl, L. (eds) Human-Nature Interactions. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-01980-7_30

Salvatteci, R. Ralph R. Schneider, Eric Galbraith, David Field, Thomas Blanz, Thorsten Bauersachs, Xavier Crosta, Philippe Martinez, Vincent Echevin, Florian Scholz, Arnaud Bertrand (2022). Smaller fish species in a warm and oxygen-poor Humboldt Current system. *Science*, 375 (6576): 101. DOI: 10.1126/science.abj0270